



2020年8月27日

報道関係者各位

慶應義塾大学
電気通信大学

次世代電力システムの安定化へ新たな可能性

－電力の“流れ”の制御が鍵－

慶應義塾大学理工学部の井上正樹専任講師、大学院生の荒幡充（研究当時、理工学研究科修士課程）らは、自然エネルギー発電の導入により劣化した電力システムの安定度（※1）を回復させる制御方策を開発しました。

資源の少ない我が国では太陽光や風力などの自然エネルギー発電に多くの期待が寄せられています。ただ、自然エネルギー発電の大量導入は系統安定度を劣化させるため、電力システムを高い信頼性で運用するためには系統安定度を回復させる技術が必要とされてきました。

本研究では、電力潮流（※2）の状態が系統安定度に大きく寄与することを見出し、系統安定度を回復させるための電力潮流の制御方策を新たに開発しました。開発した制御方策は、制御設備を追加で導入することなく電力システムに適用できます。本研究の成果から、自然エネルギー発電のさらなる導入が促進されることが期待されます。

本研究は、電気通信大学の定本知徳助教とノースカロライナ州立大学の Aranya Chakraborty 教授と共同で行ったものです。

本研究成果は、2020年8月26日（米国時間）に国際論文誌「IEEE Transactions on Smart Grid」にオンライン速報版が公開されました。

1. 本研究のポイント

- ・自然エネルギー発電が大量に導入された電力システムを高い信頼性で運用するためには、劣化した系統安定度を回復させる技術が必要不可欠である。
- ・本研究では、電力潮流状態が系統安定度に大きく寄与することを見出し、系統安定度を回復させる電力潮流状態の制御アルゴリズムを新たに開発した。
- ・本研究の成果から、自然エネルギー発電のさらなる導入が促進されることが期待される。

2. 研究背景

太陽光や風力など自然エネルギーを利用した発電システムは今後ますます電力システムへ導入されることが期待されています。これらの発電量は天候などの環境に大きく依存するため、電力システムに様々な問題が生じることが報告されています。まず、電力の供給量が大きく変動するため、需要量とのバランスを保つことが難しくなります。また、バランスが保たれていても、系統安定度が劣化してしまい需要量の変化や地絡事故などの擾乱のもとで発電機の脱調やそれに伴う停電などの大きな障害が引き起こされる可能性があります。そのため、自然エネルギー発電が大量に導入された次世代電力システムでは、高い信頼性で運用するために系統安定度を回復させる技術が必要不可欠とされています。

3. 研究内容・成果

本研究では、68-Bus Test System (※3) をもとに解析を行い、電力潮流状態が系統安定度に大きく寄与することを見出しました。そして、この結果から着想を得て、系統安定度を回復させる電力潮流状態の制御アルゴリズムを開発しました。開発したアルゴリズムをもとにした制御方策は、新たな制御設備を追加導入することなく電力系統に適用することができます。

図1では、電力系統で各発電所の発電量を変化させている様子を示しています。総発電量は同じでも発電所ごとの配分量を変化させることで電力潮流は変化します。図2では、開発した制御アルゴリズムによるシミュレーションの結果を示しています。電力系統へ擾乱が加わったときの系統周波数の基準周波数 50Hz からの変動の様子が描画されています。電力潮流状態を適切に制御することで、系統安定度が向上していることが確認されます。

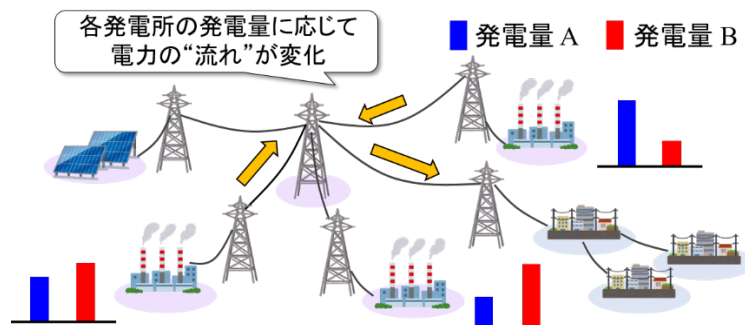


図1：各発電所の発電量変化による電力潮流状態の変化。電力潮流は各発電所での電力供給量だけでなく各需要地での電力需要量にも依存している。

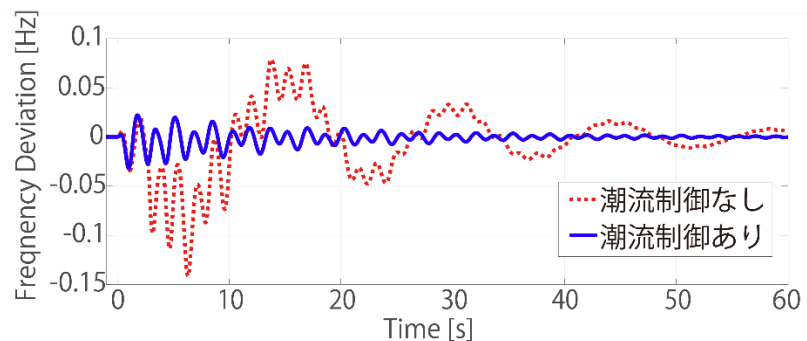


図2：系統周波数変動のシミュレーション結果。電力潮流制御により擾乱の電力系統への影響を抑制できる。

4. 今後の展開

本研究では、望ましい電力潮流状態を実現するために火力発電など出力調整可能な発電所の有効電力量、需要家の有効電力量や無効電力量などを調整することを想定しています。今後は、これらを組み合わせることで経済性と系統安定度を両立させる制御方策まで展開することが期待されます。

本研究の一部は、科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業 (CREST) JPMJCR15K1、日本学術振興会 (JSPS) 研究活動スタート支援 JP19K2350 の支援を受けて実施されました。

<原論文情報>

Masaki Inoue, Tomonori Sadamoto, Mitsuru Arahata, and Aranya Chakraborty

“Optimal Power Flow Design for Enhancing Dynamic Performance: Potentials of Reactive Power,”

IEEE Transactions on Smart Grid

DOI: 10.1109/TSG.2020.3019417

<用語説明>

- ※1 系統安定度：需要の変化や地絡事故などの擾乱に対して、各発電機が同期し通常運転されている状態へ復元する度合い。
- ※2 電力潮流：電力系統内の電力の流れ。発電所のある地域とそこでの供給量、都市部などの需要地とそこでの需要量のバランスから決まる。
- ※3 68-Bus Test System：米国のニューイングランドとニューヨークが繋がれた電力系統を模擬したシミュレータ。

※ご取材の際には、事前に下記までご一報くださいますようお願い申し上げます。

※本リリースは文部科学記者会、科学記者会等に送信させていただいております。

・研究内容についてのお問い合わせ先

慶應義塾大学 理工学部 物理情報工学科 専任講師 井上 正樹 (いのうえ まさき)

TEL : 045-566-1567 E-mail : minoue@appi.keio.ac.jp

電気通信大学大学院 情報理工学研究科 機械知能システム学専攻 助教

定本 知徳 (さだもと ともりのり)

TEL : 042-43-5172 E-mail: sadamoto@uec.ac.jp

・本リリースの配信元

慶應義塾広報室 (澤野)

TEL : 03-5427-1541 FAX : 03-5441-7640

E-mail : m-pr@adst.keio.ac.jp <https://www.keio.ac.jp/>

電気通信大学総務企画課広報係 (金子)

TEL : 042-443-5019 FAX : 042-443-5887

E-mail:kouhou-k@office.uec.ac.jp <https://www.uec.ac.jp>